

深圳凤塘河口湿地的 生态系统修复

THE WETLAND RESTORATION
AT FENG TANG ESTUARY IN
SHENZHEN BAY

主 编 杨 洪



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

深圳凤塘河口湿地的 生态系统修复

THE WETLAND RESTORATION
AT FENG TANG ESTUARY IN
SHENZHEN BAY

主 编 杨 洪

图书在版编目 (CIP) 数据

深圳凤塘河口湿地的生态系统修复 = The wetland restoration at fengtang estuary in Shenzhen bay / 杨洪主编.
— 武汉: 华中科技大学出版社, 2013.3

ISBN 978-7-5609-8751-4

I. ①深… II. ①杨… III. ①沼泽化地 - 生态恢复 - 深圳市 IV. ① P942.653.078

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 051729 号

深圳凤塘河口湿地的生态系统修复

杨 洪 主编

出版发行: 华中科技大学出版社 (中国·武汉)

地 址: 武汉市武昌珞喻路 1037 号 (邮编 430074)

出 版 人: 阮海洪

策划编辑: 王 斌

责任监印: 张贵君

责任编辑: 章丹娜

装帧设计: 百彤文化

印 刷: 深圳市建融印刷包装有限公司

开 本: 889 mm × 1194 mm 1/16

印 张: 11.5

字 数: 300 千字

版 次: 2013 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 148.00 元 (USD 29.99)



投稿热线: (020) 66636689 342855430@qq.com

本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

编委会

主 编 杨 洪

副主编 刘家宝 黄 鹄 廖 琦 徐华林

编 委 蔡 毅 范桑桑 黄东佳 黄 鹄 景艳波 李瑞成

李跃林 廖 琦 刘红晓 刘家宝 刘 楠 宁天竹

潘彩萍 任 海 沈凌云 孙秀波 徐华林 徐之敏

严 岩 杨 洪 张佩霞 杨园晶 袁莲莲 张妙辉

郑道才 张倩媚 邹发生 邹淑坤 钟志诚

前言

滨海湿地的生态恢复是海岸带生态系统可持续发展面临的重要课题，发达国家的很多滨海城市都开展了相关工作。深圳市福田区人民政府一直很重视区内滨海湿地的保护、恢复与生态系统管理，并投入巨资整治凤塘河口的湿地，取得了显著的生态、经济和社会效益。

本书是基于“深圳福田红树林修复示范区项目生态效益评估”（编号 FTCG2012028802）的研究结果，按工程前后的生态效益比较的结构编写而成。主要内容包括：深圳湾凤塘河口自然概况、水环境、红树林植物与群落、红树林的动物多样性、外来入侵植物、红树林的生态系统服务功能评估、湿地生态修复措施、湿地生态系统修复后的评估、红树林湿地生态系统的恢复与管理。这些内容是在结合近年来国际滨海湿地生态恢复经验和凤塘河口生态恢复工程实践的基础上编著完成的。

本书除了展示项目参加单位的大量研究成果外，工程前的数据主要参考了张宏达、陈桂珠、刘治平和张社尧等主编的《深圳福田红树林湿地》，王伯荪、廖宝文、王勇军、咎启杰等著的《深圳湾红树林生态系统及其持续发展》，以及福田红树林国家级自然保护区部分年度的监测数据。特此致谢！

全书内容丰富、结构合理、资料新颖，具有一定的理论性和实践指导价值，可供从事湿地生态和环境保护的科研、教学和工程人员参考。

由于参加本书编写人员水平各有差异，如有错误或疏漏之处，恳请各位同行和专家指正。

编著者

2012年9月

目 录

第一章 深圳湾凤塘河口自然概况	5
1. 地理位置	5
2. 河道概况	5
3. 水文	8
4. 气象	8
5. 径流	8
6. 洪水	9
7. 泥沙	9
8. 福田红树林区域基本情况	11
第二章 凤塘河口的水环境	12
1. 水环境概况	12
2. 标准和评价方法	13
3. 深圳湾和凤塘河口水质现状	15
4. 深圳湾和凤塘河口底质状况	25
5. 水质恶化根源分析	28
第三章 凤塘河口的红树林植物与群落	29
1. 红树林概况	29
2. 红树林植物群落与演替模式	30
3. 红树林植物的动态监测	32
4. 红树林的浮游植物	36
第四章 凤塘河口红树林的动物多样性	47
1. 鸟类	47
2. 底栖动物	52
3. 昆虫	86
第五章 凤塘河口外来入侵植物	90
1. 入侵植物概况	90
2. 凤塘河口外来入侵植物的研究	90
3. 常见入侵植物薇甘菊的研究	95
第六章 凤塘河口红树林的生态系统服务功能评估	99
1. 红树林生态系统的结构和功能	99
2. 红树林生态系统服务功能评估	101
第七章 凤塘河口湿地生态修复措施	109
1. 综述	109
2. 深圳湾红树林的变化	109
3. 工程前环境评价	111
4. 技术措施	117
第八章 凤塘河口湿地生态系统修复后的评估	163
1. 评估概况	163
2. 调查和评估的重点内容及其研究意义	163
3. 项目实施的科学与现实意义	168
第九章 红树林湿地生态系统的恢复与管理	169
1. 生态系统恢复的理论和技術	169
2. 红树林湿地生态系统恢复技术	170
3. 深圳湾红树林生态系统的管理	170
附图	172
参考文献	180

编委会

主 编 杨 洪

副主编 刘家宝 黄 鹄 廖 琦 徐华林

编 委 蔡 毅 范桑桑 黄东佳 黄 鹄 景艳波 李瑞成

李跃林 廖 琦 刘红晓 刘家宝 刘 楠 宁天竹

潘彩萍 任 海 沈凌云 孙秀波 徐华林 徐之敏

严 岩 杨 洪 张佩霞 杨园晶 袁莲莲 张妙辉

郑道才 张倩媚 邹发生 邹淑坤 钟志诚

前言

滨海湿地的生态恢复是海岸带生态系统可持续发展面临的重要课题，发达国家的很多滨海城市都开展了相关工作。深圳市福田区人民政府一直很重视区内滨海湿地的保护、恢复与生态系统管理，并投入巨资整治凤塘河口的湿地，取得了显著的生态、经济和社会效益。

本书是基于“深圳福田红树林修复示范区项目生态效益评估”（编号 FTCG2012028802）的研究结果，按工程前后的生态效益比较的结构编写而成。主要内容包括：深圳湾凤塘河口自然概况、水环境、红树林植物与群落、红树林的动物多样性、外来入侵植物、红树林的生态系统服务功能评估、湿地生态修复措施、湿地生态系统修复后的评估、红树林湿地生态系统的恢复与管理。这些内容是在结合近年来国际滨海湿地生态恢复经验和凤塘河口生态恢复工程实践的基础上编著完成的。

本书除了展示项目参加单位的大量研究成果外，工程前的数据主要参考了张宏达、陈桂珠、刘治平和张社尧等主编的《深圳福田红树林湿地》，王伯荪、廖宝文、王勇军、咎启杰等著的《深圳湾红树林生态系统及其持续发展》，以及福田红树林国家级自然保护区部分年度的监测数据。特此致谢！

全书内容丰富、结构合理、资料新颖，具有一定的理论性和实践指导价值，可供从事湿地生态和环境保护的科研、教学和工程人员参考。

由于参加本书编写人员水平各有差异，如有错误或疏漏之处，恳请各位同行和专家指正。

编著者

2012年9月

目 录

第一章 深圳湾凤塘河口自然概况	5
1. 地理位置	5
2. 河道概况	5
3. 水文	8
4. 气象	8
5. 径流	8
6. 洪水	9
7. 泥沙	9
8. 福田红树林区域基本情况	11
第二章 凤塘河口的水环境	12
1. 水环境概况	12
2. 标准和评价方法	13
3. 深圳湾和凤塘河口水质现状	15
4. 深圳湾和凤塘河口底质状况	25
5. 水质恶化根源分析	28
第三章 凤塘河口的红树林植物与群落	29
1. 红树林概况	29
2. 红树林植物群落与演替模式	30
3. 红树林植物的动态监测	32
4. 红树林的浮游植物	36
第四章 凤塘河口红树林的动物多样性	47
1. 鸟类	47
2. 底栖动物	52
3. 昆虫	86
第五章 凤塘河口外来入侵植物	90
1. 入侵植物概况	90
2. 凤塘河口外来入侵植物的研究	90
3. 常见入侵植物薇甘菊的研究	95
第六章 凤塘河口红树林的生态系统服务功能评估	99
1. 红树林生态系统的结构和功能	99
2. 红树林生态系统服务功能评估	101
第七章 凤塘河口湿地生态修复措施	109
1. 综述	109
2. 深圳湾红树林的变化	109
3. 工程前环境评价	111
4. 技术措施	117
第八章 凤塘河口湿地生态系统修复后的评估	163
1. 评估概况	163
2. 调查和评估的重点内容及其研究意义	163
3. 项目实施的科学与现实意义	168
第九章 红树林湿地生态系统的恢复与管理	169
1. 生态系统恢复的理论和技術	169
2. 红树林湿地生态系统恢复技术	170
3. 深圳湾红树林生态系统的管理	170
附图	172
参考文献	180



第一章 深圳湾凤塘河口自然概况

1. 地理位置

凤塘河位于深圳市福田区，发源于安托山以东、梅林水库以西、北环大道以北的高丘山地地区，向南穿越深圳市福田国家级自然保护区排入深圳湾，流域范围西至广深高速公路、东至香梅路（图 1-1）。

凤塘河流域内的主要城市干道有：北环路、侨香路、红荔西路、深南大道、滨河大道、福荣路、农林路、农轩路、农园路、香蜜湖路、泰然九路、福强路、香梅路；主要片区有：安托山片区、农科中心片区、竹子林片区、香蜜湖旅游区、车公庙工业区、沙嘴工业区、高尔夫球俱乐部。

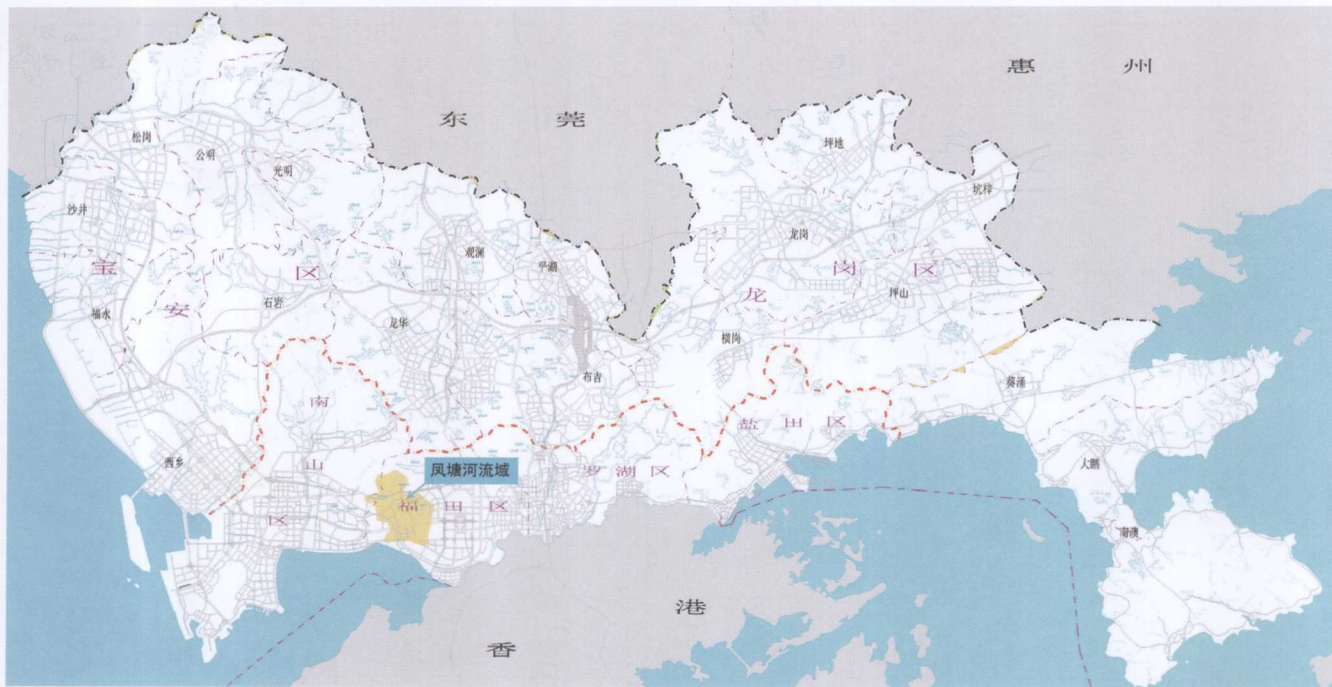


图 1-1 凤塘河流域地理位置图

2. 河道概况

凤塘河由三道渠、龙劲溪、莲塘溪和香茅水 4 条支流汇集而成（图 1-2），这 4 条支流处于城市建成区，河道均已暗渠化。其中三道渠位于农林路下，龙劲溪位于农园路下，莲塘溪位于香蜜湖路下，香茅水位于香蜜湖旅游区内。香茅水、莲塘溪自东向西汇流为凤塘河东支流，三道渠、龙劲溪自西向东汇流为凤塘河西支流，东西两支流位于深南大道北侧绿化带内并与深南大道平行。两条支流在深南大道—农园路口汇合成凤塘河干流，向南沿车公庙工业区泰然九路东侧绿化带穿越滨海大道，向南再沿滨海大道南侧绿化带向西穿越福荣路、高速公路，最后向南穿越福田国家级红树林自然保护区进入深圳湾。

凤塘河干支流基本上已暗渠化，只有滨河大道与高速公路交叉处至河口的 900 m 左右河段为明渠。干流和各支流的参数见表 1-1、表 1-2 和表 1-3。河道的主要功能有防洪、泄洪及排污。



图 1-2 凤塘河流域水系图

表 1-1 凤塘河干流的横断面及各项参数

干流区间名称	横断面形式	横断面尺寸 $B\times H$ (m)	长度 (m)
深圳湾明渠部分	混凝土梯形明渠	15.0×4.5 (边坡系数为 2)	894.75
暗渠出水口至深南大道北侧部分	双孔钢筋混凝土箱涵	7.0×4.0 (每孔)	1588

表 1-2 凤塘河支流横断面及各项参数

项目		横断面形式	断面尺寸 $B\times H$ (m)	长度 (m)
东支	香茅水	盖板涵	5.0×3.0	924
	莲塘溪	双孔钢筋混凝土箱涵	2.7×1.85	2244
	东支流	单孔钢筋混凝土箱涵	5.1×4.2	380
西支	三道渠	双孔钢筋混凝土箱涵	3.0×2.0	1548
	龙颈溪	双孔钢筋混凝土箱涵	3.0×2.0	2102
	西支流	单孔钢筋混凝土箱涵	6.5×4.0	78

表 1-3 凤塘河干流纵坡、水位表 (黄海高程系)

地点	纵坡	河底高程 (m)	洪水位	
			设计 $P=50$ 年	校核 $P=100$ 年
东西支流汇合点	1/700	0.915	4.32	4.66
深南路中心		0.84	4.25	4.58
滨河路中心		-0.235	3.22	3.48
福荣路中心		-0.86	2.67	2.89
高速公路中心		-1.081	2.49	2.65
箱涵明渠分界处	1/2000	-1.229	2.41	2.55
倒坡起点	-1/300	-1.494	---	---
河口		-0.264	2.26	2.26
湾底		-1.676	2.26	2.26

凤塘河为感潮河道，河道狭长，河底高程较高，纳潮空间有限，潮流动力不足，为典型的盲肠型河道，河水流动缓慢，污染物长期随潮涨潮落在河道内徘徊、滞留，河面漂浮物多，污染物大量沉积，河水长期处于厌氧环境，发酵而变黑变臭，污染严重。位于深圳湾顶部的河口与深圳湾涨落潮流斜交，导致凤塘河出口不畅，河水与深圳湾水体交换能力差。

距离凤塘河出口 150m 处为凤塘河一支流，为“下沙支流”，其淤积略高于凤塘河，一般高程为 0.4m。由于上游无径流，缺乏交换的水体，支流内生活污水浓度较高。

凤塘河两侧现有大片基围鱼塘，其面积、高程特征见表 1-4。靠近深圳湾的鱼塘为咸水鱼塘，放养咸水鱼，远离海岸的鱼塘为淡水鱼塘，放养淡水鱼。鱼塘内高程不等，西侧鱼塘面积为 23 万平方米，高程整体表现为东低西高，在 0.3~1.1 m 之间浮动。东侧鱼塘面积为 6 万平方米，高程 1.3 m 左右。凤塘河口空间布局见图 1-3。

表 1-4 地貌高程统计表（黄海高程系）

位置	凤塘河明渠段	西侧鱼塘	东侧鱼塘	堤	台地
面积（万平方米）	2.6	21.1	5.8	—	—
平均高程（m）	1.1	0.7	1.3	4.0	4.0

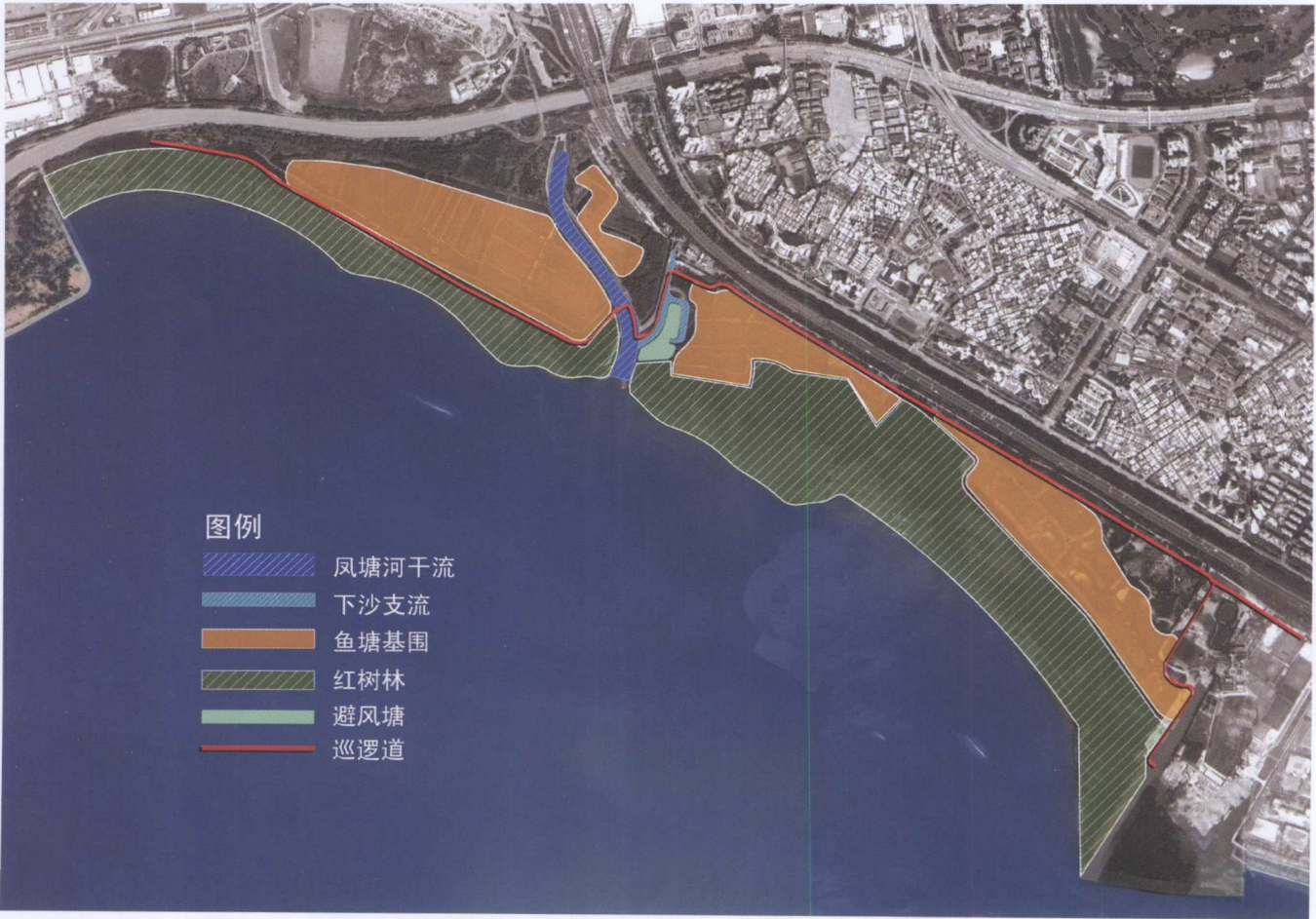


图 1-3 凤塘河河口区域空间布局

3. 水文

凤塘河上游为丘陵地区，中、下游为冲积平原，全流域面积为 14.9 km²，河长 7.4 km，流域平均坡降 0.0857。凤塘河有 4 条支流，由西向东分别为三道沟（ $F = 1.81 \text{ km}^2$ ）、龙颈溪（ $F = 3.39 \text{ km}^2$ ）、莲塘溪（ $F = 3.48 \text{ km}^2$ ）及香茅水（ $F = 3.31 \text{ km}^2$ ）。流域内还有 3 座水库，其中小（二）型水库为莲塘尾水库（ $F = 1.51 \text{ km}^2$ ， $V_{\text{总}} = 86.08 \text{ 万 m}^3$ ）和禾镰坑水库（ $F = 1 \text{ km}^2$ ， $V_{\text{总}} = 11.87 \text{ 万 m}^3$ ），小（一）型水库为香蜜湖水库（ $F = 1.94 \text{ km}^2$ ， $V_{\text{总}} = 172.98 \text{ 万 m}^3$ ）。

深圳湾潮汐属弱潮型，潮差不大，为 1~2 m。在一个太阳日（约 24 h 50 min）内有两次高潮和两次低潮，最高、最低潮位一般出现在秋分和春分，且潮差最大，而夏至、冬至潮差最小。流域内无实测潮位资料，但凤塘河口潮位情况与深圳河口尖鼻嘴站潮位相似，可沿用尖鼻嘴潮位资料为本流域潮位资料。尖鼻嘴潮位设计成果如下表 1-5。

流域内无任何雨量及水文实测资料，洪水、径流计算都借助雨量资料间接推求。首选的雨量站为邻近本流域的西丽水库雨量站，该站从 1960 年至今均有雨量实测资料。

表 1-5 尖鼻嘴站设计潮位成果表
单位：m（黄海高程）

频率（P = %）	1	2	5	10	20
潮位：m（黄海高程）	2.96	2.87	2.80	2.63	2.49

4. 气象

凤塘河流域处于北回归线以南，为亚热带海洋性季风气候与热带海洋性季风气候过渡地区。气候特征表现为温暖、湿润、多雨、无霜、夏季长、各季节不明显、霜日极少、秋温高于春温。

气象要素特征来自深圳气象台的统计资料，其中只有一项水面蒸发资料则来自邻近的铁岗水库观测资料，并以现行按 E601 型蒸发皿观测标准进行统计。多年平均日照时数为 2120 h，年不低于 10℃ 积温 8053.1℃，年太阳总辐射量 535 KJ/cm²，且年季变化不大，多年平均气温 22.4℃，多年平均气压 1 010.8 KPa，多年平均水面蒸发量为 1 202.1 mm（E601 型蒸发皿数值），常年盛行风为南东风，北东风，夏季以南西风、南东风为多，多年平均风速 2.6 m/s，最大风速 40 m/s，最大风力超过 12 级。

5. 径流

5.1 径流计算的依据资料

由于本流域无任何实测降雨与水文资料，径流以及洪水计算主要依据邻近本流域的西丽水库站雨量资料间接推求。

5.2 年径流

计算中河道年径流量没有计入水库径流量，是考虑到流域内 3 个小水库一般情况下不泄流，另降雨转换为径流须乘以径流系数。考虑到流域内已基本城市化，故采用径流系数为 0.7。年径流量计算成果见表 1-6。

表 1-6 凤塘河流域年径流量成果表
单位：万立方米

地点	丰水年（P=10%）	平水年（P=50%）	枯水年（P=90%）	平水年汛期（4月~9月）	平水年枯水期（10月~翌年3月）
全流域（ $F = 14.89 \text{ km}^2$ ） （含 3 个水库面积在内）	2126	1636	1230		
凤塘河深南大道汇合处 （ $F = 7.54 \text{ km}^2$ ）	1077	828.6	622.8	644.5	164.1
凤塘河滨河大道暗涵出口处 （ $F = 8.99 \text{ km}^2$ ）	1284	988	742.6		

5.3 典型年径流量及年内分配

西丽站 42 年系列的年降雨量多年平均值为 1 595 mm，此值一般略大于 $P = 50\%$ 的年降雨量数值（1 570 mm）。选择典型年时一般多依据多年平均值或是 $P=50\%$ 时数值进行选取，尤以前者为主，本次选用了 1996 年为典型年。1996 年年降雨量为 1 597.7 mm，接近多年平均情况。其年径流量与年内分配成果见表 1-7。

表 1-7 凤塘河滨河大道出口断面 1996 年年径流量及径流年内分配成果表

时间 项目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
降雨量(mm)	0	31.5	61.5	167.6	162.0	301.2	184.8	316.7	148.9	91.0	1.4	131.1	1597.7
径流量 (万立方米)	0	19.8	38.7	105.5	101.9	189.5	116.3	199.3	93.7	57.3	0.88	82.5	1005

5.4 枯水径流

因无实测枯水流量，经用枯水期径流量反推出枯水期平均流量为 0.01 m³/s，经与相似流域布吉河草埔站 ($F=33.87\text{ km}^2$) 实测枯水径流量 0.04 m³/s 相比较属合理。须指出的是上述的枯水径流量应是天然的枯水径流量，而现实河道中除天然枯水流量外，还有大量的生活污水及其他废水排入河中，故计算污水截排流量时，枯水流量应根据实测数据校核。

6. 洪水

6.1 洪水特性

本流域全年降水日数平均为 110d 左右，其中汛期（4~9 月）降水量占全年降水量的 80.2%，枯水期（10 月~翌年 3 月）降水量仅占全年降水量的 19.8%，汛期发生洪水的场次平均为 40 场左右。汛期洪水中又分前期洪水（4~6 月），造成洪水的原因主要是冷暖气团交汇形成锋面雨，而后期洪水（7~9 月）则主要由热带气旋与台风形成。深圳平均每年都要遭受 6~7 次热带气旋或台风袭击，但正面袭击不多，并且本流域受台风影响相对全市而言也属影响较小的地区。

本流域洪水属陡涨陡落型，洪水过程时间不长，但在中下游因潮汐的顶托影响，洪水过程较平缓。初场洪水均发生在前期洪水中，受当时大气系统影响，洪峰流量可大可小，差别较大。

6.2 设计洪水

由于本流域城市化程度较高，加上又受潮汐顶托影响，设计洪水计算难度较大，以往用《广东省暴雨径流查算图表》所推求的设计洪水成果，仅供参考。有关成果列见表 1-8。

表 1-8 凤塘河流域洪峰流量计算成果表

河 名	断面位置	集水面积 (km ²)	洪峰流量 (m ³ /s)			
			$P=1\%$	$P=2\%$	$P=5\%$	$P=50\%$
香茅水	河 口	3.31	20.8	18.5		
莲塘溪	河 口	3.48	52.0	48.7		
龙颈溪	河 口	3.39	67.7	60.2		
三道沟	河 口	1.81	34.9	31.0		
凤塘河	深南大道汇合 点	11.99	219	198	169	83
	河 口	14.89	302	273	232	113

7. 泥沙

本流域无任何泥沙实测资料，但又位于感潮河段内，泥沙问题依然十分重要。现只能从河道清淤资料及邻近流

域有关泥沙情况，加以总结，提供泥沙有关情况，作为计算依据的重要参数。

7.1 泥沙来源情况分析

泥沙以海上来沙为主。据深圳河情况来看，深圳河口至罗湖桥下游段泥沙淤积十分严重，淤积最大厚度达3m多。海沙淤积大于陆沙淤积，愈往河口处海沙淤积的比例愈大。由于感潮河段的缘故，致使深圳河及其支流如深圳水库排涝河、布吉河、新洲河等常出现“年年清淤年年淤”的现象，凤塘河也同样出现类似情况。

陆上来沙主要受人为活动的影响，流域内西部地区水土流失尤为严重。

7.2 凤塘河泥沙理化性质

凤塘河有关泥沙实验数据较少，1995 年对淤泥粒度分析表明，由于海沙入侵，覆盖河段中泥沙颗粒很细（见表 1-9）。

表 1-9 凤塘河覆盖河段泥沙粒度组成分析

组成及比例 样品	粒度（mm）							
	> 60	60~20	20~5	5~2	2~0.5	0.5~0.25	0.25~0.075	< 0.075
T14				1%	2%	3%	4%	90%
T15				1%	3%	1%	1%	94%
T16				2%	2%	2%	2%	92%

关于覆盖河段的 CO 及 CH₄ 方面，虽无实测资料，但可以从与凤塘河类同的笔架山河、罗雨干渠等覆盖河段实测资料得出结论即：覆盖河段中 CO 与 CH₄ 含量较高。笔架山河覆盖河段 CO 一般在 1.25~8.13 mg/m³，CH₄ 变化在 49.2~70.7 mg/m³；罗雨干渠 CH₄ 变化在 36.0~77.2 mg/m³。

1995 年、1998 年和 2003 年的凤塘河河道泥沙淤积测量统计结果如下：

1995 年河道淤积量统计结果见表 1-10。

表 1-10 凤塘河 1995 年暗涵河道泥沙淤积量测量成果表

河 名	长度（m）	最大淤高(m)	平均淤高(m)	淤积量（m ³ ）	备 注
三道渠（单孔箱涵）	408.4	1.2	0.8	1176.19	淤积物主要为泥沙、烂塑料袋，局部有碎石块
龙颈溪（单孔箱涵）	398.6		1.2	301.08	淤积物上部为灰色淤泥，下部为泥沙
莲塘溪（单孔箱涵）	390.91	0.3	0.2	398.72	主要为泥沙。烂塑料袋，少量碎石块
香茅水（单孔箱涵）	450.14		0.01		淤积较少
凤塘河（深南大道~泵站，双孔箱涵）	1314.95	1.2	0.9	15384.9	淤积物上部为灰~深灰黑色淤泥，下部为泥沙
凤塘河（泵站~高速公路，双孔箱涵）	147		1.3	2675.4	淤积物上部为黑色淤泥，下部为泥沙
凤塘河（高速公路~明渠，双孔箱涵）	154.88	1.5	1.4	4228.22	淤积物上部为黑色淤泥，下部为泥沙
暗涵总淤积量				25064.51	
凤塘河下游出口明渠	828.87	1.5		900	本段只测量了 30m 河段

1998 年凤塘河河口段明渠泥沙淤积量测量结果：河段明渠长 828.87 m，测得泥沙淤积量为 15 723.15 m³。同时还实测了高速公路至明渠 134.62 m 箱涵的泥沙淤积量为 2 150.555 m³，该箱涵出口处河底高程为 -1.3 m，箱涵内泥沙高为 0.88~1.01 m。

2003 年凤塘河干流（双孔箱涵~河口）2.4 km 河道淤积测量结果：淤积量为 37 275.33 m³，其中箱涵内淤积深度为 0.666~0.868 m，明渠段淤积深度为 0.674~1.086 m，河口处淤积量均为 1 m 以上。

8. 福田红树林区域基本情况

8.1 保护区概况

广东内伶仃岛——福田国家级自然保护区建于 1984 年 10 月，1988 年 5 月升级为国家级自然保护区。总面积约 922 hm²。主要由内伶仃岛和福田红树林两个区域组成，其中福田红树林区域地处深圳湾东北部，曲线长约 9 km，宽约 0.7 km，地理坐标为 114° 45′ E、22° 32′，面积 368 hm²，是全国唯一一个处在城市腹地、面积最小的国家级森林和野生动物类型的自然保护区，与香港米埔红树林保护区隔水相望。福田红树林保护区内动植物资源丰富，其主要功能是保护红树植物和珍稀鸟类及其生态系统，在全球生态保护中占有非常重要的地位。同时，作为全国唯一位于城市市区腹部的滨海自然保护区，天然的红树林生态群落具有促淤沉积、扩大海滩、防堤护坡、保护城市、维持区域生态平衡等生态价值，以及科普教育、科研、旅游等社会价值。

8.2 功能区划

保护区分为核心区、缓冲区及实验区，分述如下。

核心区：福田红树林区域核心区分为两块，总面积 122.2 hm²，占保护区福田红树林区域总面积 33.3%，详见功能区划图（图 1-4）。

核心区是红树林保护区的主题和核心，是红树林生长最茂盛的地区，是许多冬候鸟包括黑脸琵鹭等濒危鸟类的栖息觅食地，也是当地多种鸟类的繁殖地。

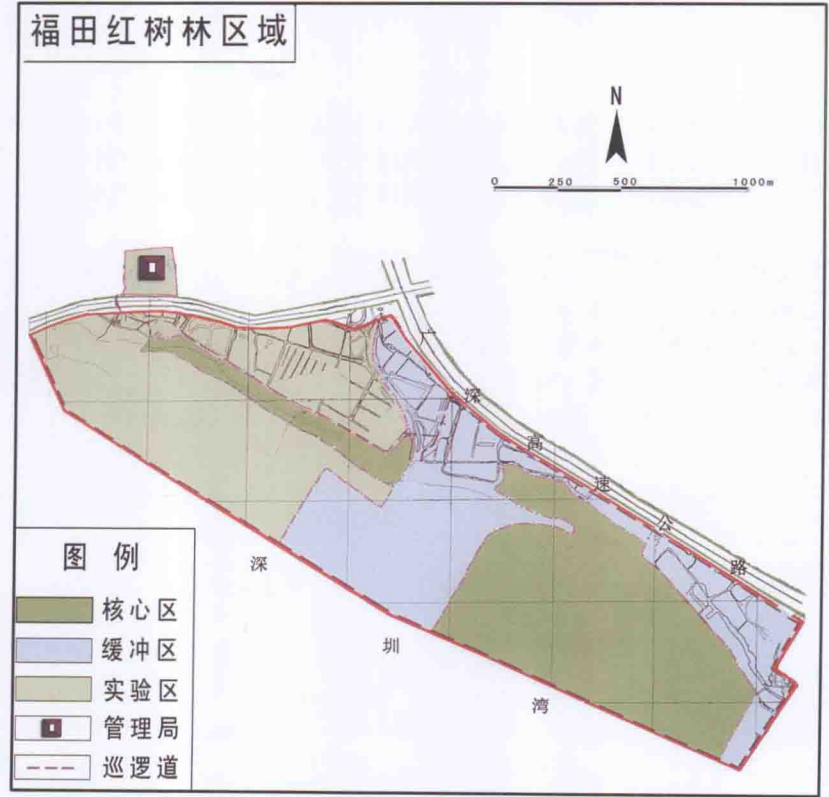


图 1-4 广东内伶仃岛——福田国家级自然保护区（福田红树林区域）功能分区图

核心区实行封闭式管理，除边防公务活动和依照法律、法规的规定经批准进行科研观测外，禁止任何单位和个人进入。

缓冲区：设置缓冲区的目的是为了在核心区外有一个缓冲地带，防备外来灾害对核心区的冲击，并尽可能缓解和减少外来因素对核心区的影响。

缓冲区分为两块，共计 116.58 hm²，占总面积的 31.7%。缓冲区范围内的基围鱼塘，芦丛洼地，是从湿地到陆地的过渡地带，小生境复杂多样，因此鸟类种类出现多样化，该区是各种动物及鸟类盘旋飞翔觅食区。

缓冲区实行半封闭管理，允许进行非破坏性的科研观测活动和改善生态环境的活动。

实验区：划出实验区的目的是进一步提高保护区内生态系统与生物多样性的整体功能水平，充分发挥保护区的多功能性，以取得更好的生态效益、社会效益和经济效益。

实验区分布在保护区的西侧，面积 123.26 hm²，占管理站总面积的 33.5%。

实验区内植物种类丰富，红树林带狭长，容易观察海面和滩涂上的鸟类，适宜开展科学实验和科普教育，也可开展海上育苗和生态恢复等。实验区可进行科学实验、教学实习和旅游参观等活动。游人可在该区域内观海、观鸟、观红树林。但进入红线范围内的人数不得超过 160 人/d，分 4 批进入，每批不得超过 40 人。